

⑫ 公開特許公報(A)

平3-950

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>  
F 02 D 41/36

識別記号 庁内整理番号  
B 9039-3G

⑬公開 平成3年(1991)1月7日

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全22頁)

⑭発明の名称 内燃機関用混合気供給装置

⑰特 願 平1-132613

⑱出 願 平1(1989)5月29日

⑲発明者 大 須 賀 稔 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
⑲発明者 野 木 利 治 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
⑲発明者 山 内 照 夫 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
⑲発明者 大 山 宜 茂 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
⑲出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
⑲代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

内燃機関用混合気供給装置

2. 特許請求の範囲

1. 少なくとも1つの気筒の気筒入口空気量を検出する気筒空気量検出手段；

前記気筒空気量検出手段の出力に比例した燃料量を求めて気筒の吸気工程に燃料を供給する信号を発生する制御手段；

前記制御手段の信号に基づいて気筒の吸気工程に燃料を噴射する燃料噴射手段  
とよりなる内燃機関用混合気供給装置。

2. 各気筒毎の気筒入口空気量を検出する気筒毎空気量検出手段；

前記気筒毎空気量検出手段の出力に比例した燃料量を求めて各気筒の吸気工程に燃料を供給する信号を発生する制御手段；

前記制御手段の信号に基づいて各気筒の吸気工程に燃料を噴射する燃料噴射手段  
とよりなる内燃機関用混合気供給装置。

3. 各気筒毎に設けられた燃料噴射手段；

前記各気筒に吸入される空気を測定すると共にこの測定空気量に比例した燃料を測定された空気中に噴射するように前記燃料噴射弁へ駆動信号を送る制御手段

とよりなる内燃機関用混合気供給装置。

4. 各気筒毎の気筒入口空気量を検出する気筒毎空気量検出手段；

内燃機関の作動状態を検出する少なくとも1つの作動状態検出手段；

前記気筒毎空気量検出手段及び作動状態検出手段の出力に比例した燃料量を求めて各気筒の吸気工程に燃料を供給する信号を発生する制御手段。

前記制御手段の信号に基づいて各気筒の吸気工程に燃料を噴射する燃料噴射手段  
とよりなる内燃機関用混合気供給装置。

5. 少なくとも1つの気筒の吸気弁の開放状態を測定する吸気弁開放検出手段；

前記吸気弁開放検出手段の出力に比例した燃

料量を求めて前記吸気弁の開放中に燃料を供給する信号を発生する制御手段；

前記制御手段の信号に基づいて燃料を噴射する燃料噴射手段

とよりなる内燃機関用混合気供給装置。

6. 少なくとも1つの気筒の気筒入口空気量を検出する気筒空気量検出手段；

前記気筒空気量検出手段の出力に比例した燃料量を求めて気筒の吸気工程にわたってほぼ一定空燃比になるような燃料を供給する信号を発生する制御手段；

前記制御手段の信号に基づいて気筒の吸気工程に燃料を噴射し気筒内の空燃比をほぼ一定にする燃料噴射手段

とよりなる内燃機関用混合気供給装置。

7. 少なくとも1つの気筒の気筒入口空気量を検出する気筒空気量検出手段；

前記気筒空気量検出手段の出力に基づいて燃料量を求めて気筒の吸気工程の終期に近づくにつれ混合気が濃くなるような燃料を供給する信

ところで、この空気量測定装置と各気筒の間は吸気通路で接続されており、このため同一時刻に各気筒に吸入される空気量と空気量測定装置で測定された空気量とは異なるようになっている。

すなわち、空気量測定装置の出力は過去の空気量を表わしていることになる。

このため空気量測定装置の出力により定まる燃料量はその時刻に気筒に吸入される空気量とは無関係となつている。

したがって気筒内の混合気濃度が正確に定まらず、不整燃焼が生じたり回転変動が生じたりするといった問題があつた。

(課題を解決するための手段)

本発明の特徴は、

少なくとも1つの気筒の気筒入口空気量を検出する気筒空気量検出手段、

この気筒空気量検出手段の出力に比例した燃料量を求めて気筒の吸気工程に燃料を供給する信号を発生する制御手段、

この制御手段の信号に基づいて気筒の吸気工程

号を発生する制御手段；

前記制御手段の信号に基づいて気筒の吸気工程に燃料を噴射し気筒の点火プラグ付近の混合気を過濃にする燃料噴射手段

とよりなる内燃機関用混合気供給装置。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は内燃機関に供給される空気と燃料を制御する内燃機関用混合気供給装置に関する。

(従来の技術)

従来から提案されている燃料噴射装置はいわゆるシーケンシャル噴射方式を採用しており、これは特開昭63-314335号公報等にあるように良く知られている。

(発明が解決しようとする課題)

シーケンシャル噴射方式は、各気筒の吸気工程の直前に燃料を順次噴射するものである。

そして、この場合噴射される燃料の量はエアクリーナ下流に設けた空気流量測定装置の出力に対応して基本的に定められている。

に燃料を噴射する燃料噴射手段

とよりなる内燃機関用混合気供給装置

にある。

(作用)

このような構成において、各気筒に吸入される空気量を検出すると共にこの空気が吸入される吸気工程に燃料を噴射するので気筒内の混合気濃度を正確に管理することが可能となる。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を説明する。第3図に気筒毎の吸気と供給燃料の関係を示した。第3図(a)は、従来の多点燃料シーケンシャル噴射の場合を示した。吸気弁が開くとピストンの降下とともに吸気量 $Q_a$ が増加してゆき、吸気行程(TDCからBDC)の中間付近で最大となり、BDCに向つて減少して行く。従来の装置では、この吸気により発生する空気流量をエアクリーナ下流の吸気管の集合部で検出し、この空気流量に対応する燃料量 $Q_f$ をマイクロコンピュータで決定し、その気筒の次の吸気行程( $Q_a'$ )の直前に

吸気ポート部に噴射する。このような方法では、供給した燃料量 $Q_f$ と実際に気筒に入る吸気量 $Q_{a'}$ は対応しなくなる。つまり、マイクロコンピュータでは $Q_{a'}/Q_f$ (空燃比)が一定値になるように $Q_f$ を決定したが、実際に気筒に入る混合気は $Q_{a'}/Q_f$ となっており、マイクロコンピュータで決定したのと異なつた混合比となつてしまう。つまり $\frac{Q_a}{Q_f} \neq \frac{Q_{a'}}{Q_f}$ となっており、これは供給

燃料量が1サイクル遅れるために生じている。

そこで本発明では、第3図(b)に示したように吸気が発生したら、この $Q_a$ を検出しながらこの検出値に対応した燃料 $Q_f$ を実時間で供給する。つまり、 $Q_a$ 検出と同時に対応した $Q_f$ の供給を行う。このようにすれば、気筒に入る混合気の混合比は常にほぼ一定になる。この場合は、

$$\frac{Q_a}{Q_f} = \frac{Q_{a'}}{Q_{f'}} = \text{一定となっており、サイクル毎の気}$$

筒内混合比の変動がなくなる。つまり、燃料は空気の計量と同時に供給するので、第3図(a)の

Fが常に一定になつていたので、トルクの低下はなく息つき及びサージもない。

第1図にこのような考え方に基づいた本発明の一実施例を示した。本実施例では、エンジンの吸気管1の吸気ポート部2に吸気量を検出する気筒毎空気量センサ3と燃料を供給する装置4を設けてある。気筒毎空気量センサ3と燃料供給装置4は各気筒5の吸気ポート部2にそれぞれ設けてある。吸気弁7が開いてピストン6が降下すると吸気ポート部2に空気の流れが生じる。この流れる吸気量を気筒毎空気量センサ3で検出し、この空気量の検出と同時に制御回路8を介して噴射弁よりなる燃料供給装置4で燃料を供給する。制御回路8はマイクロコンピュータ9と接続されており、後述する各種の補正を行う。

4気筒4サイクルエンジンの場合の各気筒の燃料、点火の様子を第2図に示した。初めに、No1気筒で吸気が生じて1気筒の吸気ポート部2に設けた気筒毎空気量センサ3で吸気を検出し、検出しながら1気筒の噴射弁から同時に燃料 $Q_f$ が供

ように1サイクル遅れることはない。

第4図にはアクセルを踏み込んだ場合の1つの気筒の吸気量 $Q_a$ 、燃料量 $Q_f$ 、及び気筒内の混合気空燃比 $A/F$ を示した。第4図(a)は従来装置の特性を示したものである。アクセルを踏み込むと吸気は増加するが、第3図(a)に示したように供給燃料量は1サイクル遅れるので、吸気量 $Q_a$ の変化の途中で気筒内の $A/F$ が一定値からずれてしまう。

第4図(b)は本発明の場合を示した。本発明では吸気の計量と同時に比例した燃料を供給するのでサイクルによる遅れはなく、常に気筒内の $A/F$ は一定値となる。

つまり、第4図(a)ではアクセルを踏み込んだ時シリンダ内の $A/F$ は一時希薄(リーン)になり、その後少々リッチになつて一定値に収束する。このように、アクセルを踏み込む加速時には一時リーンになるので、一時トルクが低下し息つき及びサージが生じる。

一方、本発明では加速時でもシリンダ内の $A/F$

給される。その後点火プラグにより混合気に点火される。次にNo3気筒に吸気が生じて3気筒の吸気ポート部2に設けた気筒毎空気量センサ3で吸気を検出し、検出しながら3気筒の吸気ポートについている噴射弁4で燃料を同時に供給する。次に、4気筒→2気筒→1気筒と順に吸気が生じて同じ動作を繰り返す。

第5図に制御回路8の内部を示した。この例は吸気ポート部2に設けてある気筒別空気量センサ3の出力がアナログ出力である場合を説明する。気筒別空気量センサ3の出力を変換回路10で電圧一周波数(V/F)変換する。つまり、アナログ電圧に比例した周波数のON-OFF信号が変換回路10から出力される。可変抵抗11、12は零点及びスパン値を調整するためのものである。この周波数変換された信号Fは変調回路13に入力される。この変調回路13ではマイクロコンピュータ9からの信号により周波数がFからF'に変調される。この変調はマイクロコンピュータ9に入力されている各種パラメータ14による燃料

量の補正を行うために実行される。補正の各種パラメーターとは、例えば、冷却水温、吸気温、バッテリー電圧、目標空燃比、空燃比フィードバック、などを示している。このような各種補正は1吸気行程中に行う必要はさほどなく、数サイクルの内にゆつくり行えば良いので、マイクロコンピュータ9は、このため専有されることはない。このように変調された周波数信号 $F'$ は噴射弁4の駆動回路15に輸入される。この駆動回路15と噴射弁4により周波数 $F'$ に比例した燃料量が吸気ポート部2に供給される。

尚、気筒毎空気量センサ3の出力信号自体が周波数信号である場合には、 $V/F$ 変換回路は不要となり、出力が直接変調回路13に輸入される。

第6図に、第5図の回路構成による動作のチャートを示した。第6図において、(イ)は吸気量 $Q_a$ を示している。この空気量に比例したアナログ出力を気筒別空気量センサ3が出力する(図示せず)。このアナログ出力を変換回路10で周波数変換する。変換した周波数信号を(ロ)に示し

時にも気筒内の混合比が一定となつていたので、トルクの変動もなく息つき、サージが生じない。さらに、第6図に示したように吸気の増減に比例して燃料量も増減するので、吸入される混合気の混合比は吸気行程中のクランク角に対して常に一定になる。すなわち、気筒内の混合気の分布が均一になり燃焼が安定する。そのため、エンジンの安定性が良くなりアイドル運転時等においてもトルクの変動なく安定した運転が可能となる。

第7図には噴射弁4の一実施例を示した。第7図において、20は電圧素子で印加された電氣量に対応して歪が生じる素子である。つまり、周波数信号 $F'$ に応じて素子が伸び縮みする。これが振動となつてロッド21、22を介して、ディスク23に伝えられる。このディスク23は上記の周波数信号の周波数に対応して上下するようになる。この上下運動に対応して通路24から供給されている燃料が噴出孔25から噴出する。つまり、電圧素子20に周波数信号が印加されている間、噴出孔25から燃料が噴出する。

た。1吸気行程中でも空気量 $Q_a$ は増減する。この増減に対応して、(ロ)の周波数信号も変換する。つまり、空気の量が小さいTDC及びBDC付近では、(ロ)の信号の周波数は低く、吸気行程の中間付近の空気量が大きい時には、(ロ)の信号の周波数も高くなっている。つまり1吸気行程中においても、吸気が増減しているので、これに対応して、(ロ)の信号の周波数も増減している。(ハ)には(ロ)の周波数信号を変調した信号を示した。つまり第5図に示した $F'$ の信号である。この(ハ)の信号が駆動回路15に送られる。そして噴射弁4からは(ハ)の周波数に比例して燃料が噴出するので、供給される燃料量は、(ニ)に示したように1吸気行程中で吸気(イ)に対応して変化する。

このようにすれば、吸気と同時に吸気量に対応した燃料量が供給される。これは吸気量を計量しながら燃料を供給するので、サイクル毎の気筒内の混合気の濃度が一定となりエンジンのトルク変動がなくなる。さらに、前述したように加速運転

気筒毎空気量センサ3としての圧力センサ3は吸気ポート部の圧力が受圧孔27、通路28を介して、センサ部に導びかれる。この圧力センサは3噴射弁4のフランジ部に一体となつて設けられている。

第8図には、燃料量 $Q_f$ の流量特性を示した。 $W_f$ は電圧素子20に周波数信号が印加されている時間、つまり本実施例では1吸気行程の期間に対応する。第8図中のパラメータ $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ は印加される信号の周波数である。 $F$ が一定の場合 $W_f$ が大きくなるほど $Q_f$ は大きくなる。第9図には別の特性を示した。 $W_f$ が一定の場合周波数 $F$ が大きいほど $Q_f$ は多くなる。

第10図には気筒毎空気量センサ3の特性を示した。空気量 $Q_a$ が大きくなるのに従つてアナログ出力が大きくなるので、 $V/F$ 変換した周波数 $F$ も大きくなっている。 $W_f$ とエンジン回転数 $N$ の関係は、

$$N \propto \frac{1}{W_f}$$

となつてゐる。このために回転数 $N$ をパラメータとした場合の噴射弁4の流量特性は、第11図のようになってゐる。ここで縦軸は1吸気行程当りの燃料量 $Q_i/\delta_i$ で表わした。回転数 $N$ が一定の場合周波数 $F$ が大きくなるのに従つて $Q_i/\delta_i$ が大きくなつてゐる。さらに、同じ周波数 $F$ の場合には回転数 $N$ が大きい方が $Q_i/\delta_i$ は小さくなつてゐる。空気量 $Q_a$ に周波数 $F$ が比例し、周波数 $F$ に $Q_i/\delta_i$ が比例してゐるので、常に一定の混合比の混合気が得られる。

第12図には別の噴射弁4の構成を示した。この噴射弁4も周波数信号により燃料量 $Q_i$ が変化する。電圧素子30に周波数信号が加えられるとホーン31が振動する。この振動によりボール31が上下動し、通路33から供給されている燃料が噴出孔34から噴出する。この噴出の際に燃料が端面35でホーン31の振動により細かい粒子に分解される。このため噴出する燃料の粒子径は、 $40\mu m$ 以下となる。ここでも気筒毎空気量センサ3はフランジ部に一体でとり付けられている。

ば、1気筒の場合には $SW1$ のみをON(導通)にして、残りの $SW2\sim SW4$ はOFF(非導通)にする。それぞれの気筒に対応して第5図で説明したような動作が実行される。

第15図には判別切換回路40の具体的一実施例を示した。ref信号は第16図に示したように気筒判別可能なように気筒毎にパルス幅が異なる信号である。電圧発生回路41ではこのパルス幅に対応した電圧値 $V_p$ を発生している。この電圧値 $V_p$ と各気筒判別のための基準値 $V_{ref1}\sim V_{ref4}$ をコンパレータCOMP.1 $\sim$ COMP.4で比較し、アンド回路AND1 $\sim$ AND4を介して各 $SW1\sim SW4$ に信号を出す。例えば、 $V_p$ が1気筒に対応した電圧のときはCOMP.1 $\sim$ COMP.4全てがHi信号を出力し、この結果AND1のみがHi信号を出力するので、out1のみがHiとなり $SW1$ のみが導通状態となる。2気筒に対応しているときは、out2のみがHi信号となる。

第16図に第15図の回路の動作を説明した。

第13図に燃料量 $Q_i$ の特性を示した。ここでも、前述の噴射弁と同様に周波数 $F$ に対して $Q_i$ が比例的に増加している。

第14図には制御回路8の構成の具体的一実施例を示した。

40は気筒を判別して切換スイッチ $SW1\sim SW4$ を切り換えるための判別切換回路で、3は各気筒に取り付けられている気筒毎空気量センサである。10は $V/F$ 変換回路、13は周波数変調回路、15は駆動回路、4は各気筒に設けられている噴射弁である。ここでは、 $V/F$ 変換回路10、周波数変調回路13、駆動回路15を各気筒の気筒毎空気量センサ3、噴射弁4で共用するために切換スイッチ $SW1\sim SW4$ を設けている。前述したように、燃料量に対する各種補正は各パラメータ14をマイクロコンピュータ9に入力して変調回路13で行う。

判別切換回路40でレファレンス信号refを基に何気筒目かを判別して各気筒に対応する切換スイッチ $SW1\sim SW4$ をON、OFFする。例え

第16図において、 $\phi$ はマイコンのクロック信号であり、MHzのオーダーである。ref信号は180°毎に信号を発生し、各気筒に対応したパルス幅を有している。このパルス幅の間をマイコンの $\phi$ でカウントして $V_p$ を増加させていく。このようにすれば、パルス幅の小さい時は $V_p$ は小さく、パルス幅が大きくなるに従つて $V_p$ は大きくなつていく。 $V_p$ とパルス幅は比例するようになる。この $V_p$ をCOMP.1 $\sim$ COMP.4でそれぞれに対応する基準電圧 $V_{ref1}\sim V_{ref4}$ と比較して気筒を判別する。

表1にその状態を示している。

表 1

	COMP.			
	1	2	3	4
out 1	ON	ON	ON	ON
out 2	OFF	ON	ON	ON
out 3	OFF	OFF	ON	ON
out 4	OFF	OFF	OFF	ON

COMP.1 $\sim$ COMP.4の全ての出力が

ON(Hi)のときは、AND1のみがON(Hi)となるので、out1のみがONとなる。また、 $V_p$ が大きくなり、 $V_{ref1}$ と $V_{ref2}$ の間になったときは、COMP.1がOFF、COMP.2～COMP.4がONなるのでAND2のみがONなり、out2のみがONとなる。以下同様にout3, 4がそれぞれの気筒に対応してONしていく。このout1～out4のONに対応してSW1～SW4がONし、その気筒に対応した気筒毎空気量センサ3, 噴射弁4が接続される。

第17図及び第18図には変調回路13の構成とその動作を示した。第17図は構成を示したもので、マイクロコンピュータ9に補正パラメータ14が入力されてこれらの値を基に補正値が演算され、変調回路13で変調される。

第18図に示したように、入力される周波数信号F(イ)により、(ロ)に示したようにカウンタがカウントアップする。このカウントアップ値と補正値に対応した値 $C_1$ を比較して、カウントアップ値が $C_1$ より大きくなったら、カウント値

をリセットすると同時に、(ハ)に示したように、一定幅のパルスを出力する。この周波数が $F'$ となり変調された値となる。補正値が変更された場合には基準値が $C_2$ となり、変調された信号は(ニ)のようになり周波数は $F''$ となる。

このようにして、補正値によつて周波数信号が変調される。変調回路13は例えば、ユニバーサルパルスプロセッサがある。

第19図には燃料量を補正する場合のマイクロコンピュータのフローチャートを示した。このフローチャートはタイマ1により起動される。初めに、ステップ190各種補正値14を読み込む。次に、ステップ192でこれらの値を基に補正量の計算を行う。次にステップ194, 196でこの補正量と周波数信号とのゲインを調整した後に、変調回路に例えば第18図の $C_1$ または $C_2$ の信号として出力する。このフローチャートは各吸気行程毎に実行される必要はない。なぜならば、冷却水温、吸気温、バッテリー電圧などの変化は時間的にゆるやかだからである。タイマ1は例えば、

100ms～140msごとに実行されるもので良い。つまり、実時間性はさほど要求されない。

第20図には目標空燃比 $(A/F)_{ref}$ による変調の様子を示した。 $(A/F)_{ref}$ はエンジン回転数Nと負荷によつてマップ上にプログラムされているので、初めにステップ200, 202でこれらを読み込み、ステップ204で $(A/F)_{ref}$ を求める。次に、ステップ206, 208でこの値と周波数信号とのゲインを調整して変調回路に出力する。

第21図には第14図のSW1～SW4をソフト的にON, OFFするためのフローチャートを示した。つまり、第15図の回路をソフト的に実行したものである。このフローはref割込みで実行される。まずref信号が入ってきたらステップ210～214でその幅を判別する。ref信号がref1であればNo1気筒に対応しているとしてステップ216でSW1にON信号を出力する。ref2ならステップ218でSW2をON、ref3, 4ならそれぞれステップ220, 222でSW3,

SW4をONする信号を出力する。現在のマイクロコンピュータは、計算速度が速いので第15図のようなハード回路でなくてもこのような手法で実現できる。

第22図には別の気筒毎空気量センサ3を用いた場合の構成例を示した。ここでは熱線式の空気流量計を用いた。第23図に示したように、噴射弁4の外周に外筒50を設け、そこに通路51を設けてその中に熱線52を配置した。通路51は第23図に示したようにスリット53を介して出口54に通じている。

今、空気の流れが実線で示すようにエンジンに吸い込む側の順流であれば、熱線52には動圧が作用して空気が測定できる。しかし、点線のようにエンジンから吹き返す側の逆流の場合には、出口54が流れに対して静圧方向となつていたので熱線52は逆流を検出しない。このように気筒毎空気量センサを構成すればエンジンへの吸入空気量が正確に測定できる。やはり、噴射弁4と気筒毎空気量センサは各気筒毎に設けられる。

第24図に示したように、熱線式では $Q_a$ と出力電圧 $V$ の関係は非線形となつてゐる。また、第25図のように $V/F$ 変換器では入力電圧と出力周波数 $F$ の関係は線形となつてゐるので、第24図の特性をマイクロコンピュータで記憶しておき、燃料量決定の際に補正を加えなければならない。その方法の一例を第26図に示した。第26図は回路のブロック図を示したものである。気筒別空気量センサ3からの信号は周波数変換回路10で $V/F$ 変換されると同時に平滑回路55で平滑化され、マイクロコンピュータ9に入力 $V_{in}$ として入力される。マイクロコンピュータ9からは変調回路13に第18図の(ロ)に示したような変調のための基準値 $CH/W$ が送られて熱線( $H/W$ )出力の補正が行われる。第27図には $V_{in}$ と $CH/W$ との関係を示した。この特性は第24図の特性から求めたものである。このような手法を用いれば、どのような非線形の出力値を示すセンサでも用いることができる。他の動作は前述の圧力センサを用いた方法と同じである。

じて周波数信号を適切に変更してやらなければならない。このため負荷信号を例えば、アクセル開度センサ63で検出する。アクセル開度が大きい時は変調回路61により周波数を大きめにし、アクセル開度が小さいときには周波数を小さくしてやる。また、各種補正パラメータ14による変調は前述の例と同様に行う。9はマイクロコンピュータである。このようにすれば気筒毎空気量センサ3を各気筒にそれぞれ設ける必要はない。第29図にアクセル開度を変化させた場合の動作を示した。(イ)はアクセル開度、(ロ)は吸気弁のリフト量を示している。(ハ)は(ロ)のリフト量に対応した周波数 $F$ を出力するパルス発生回路60の出力値である。この周波数 $F$ はアクセル開度が変わっても変化しない値である。しかし、その周波数はクランク角に対しては変化している。この(ハ)の周波数 $F$ をアクセル開度により変調する。その変調された周波数信号 $F'$ を(ニ)に示す。アクセル開度が小さいときには周波数 $F'$ は小さい値に変調され、アクセル開度が大きいと

なお、第14図では、コスト低減のために回路10, 13, 15を共用して $SW1 \sim SW4$ で時分割的に使用したが、回路10, 13, 15を、各々の気筒毎に設けるようにしても良い。また、6気筒や8気筒の場合には吸気行程がかさなるので、回路10, 13, 15を気筒数分設けるか、2~3組設けるようにすれば良い。

次に、本発明の別の実施例として、第1図に示したような吸気弁7の動作に対応して燃料量を決定する方法について説明する。

第28図においてクランク角センサ59の信号に基づいて吸気弁が開くタイミングに合わせてパルス発生器60から吸気弁動作量(リフト量)に対応した周波数のパルスが発生させる。このパルス発生は初めからパルス発生回路60にプログラムしておけば良い。つまり、シリンダの入口空気量は吸気弁の動作量に比例しているという考えに基づいている。このままでは回転数が同じとき負荷がかわつても吸気弁の動作は同じなので周波数信号はかわらなくなってしまう。そこで、負荷に応

きには周波数 $F'$ は大きくなる。この(ニ)の信号を第28図の駆動回路62に与えると、噴射弁4から噴射する燃料量 $Q_i$ は(ホ)に示したように変化する。ここでは、アクセル開度が大きいときには $Q_i$ は大きくなつてゐる。また、吸気弁が開いているときの吸気弁のリフト量に比例して変化している。このようにすれば、前述の例と同じような効果を得ることができる。

第30図はマイクロコンピュータ9のフローチャートを示した。これは、アクセル開度により周波数 $F$ を変調するためのフローチャートであり、1吸気行程毎に実行されなければならないので $ref$ 割り込みで起動される。

このプログラムが起動されると、ステップ300でアクセル開度が読み込まれて、これに対応してステップ302で噴射量が決定される。その後、第18図の(ロ)に示したようにステップ304で $C_i$ 等のようなスライスレベルが決定され、ステップ306で変調回路62に出力される。

各種補正パラメータ14による補正の手法は前

述の実施例と同様に行われる。

この例では、エンジンの負荷を示す量を、アクセル開度としたが、絞り弁の開度としても同じである。

第31図、第28図の実施例をより簡略に行つた場合の動作を示した第31図において例えば、(イ)のようなクランク角に対応した周波数のPOS信号を(ロ)の吸気弁開時に(ハ)のゲート信号を作り、このゲートが開いている時のみPOS信号を通過させる。この周波数信号は(ニ)に示したような信号となる。この周波数信号Fをアクセル開度により変調して周波数F'のような信号として、これにより(ヘ)のような燃料量 $Q_f$ を噴射弁4から供給する。

ここでは、吸気弁のリフト量に対応して燃料量 $Q_f$ の量は変化しないが、吸気行程で平均すれば略一定の混合比となる。

第32図は第31図とは別の手法を示したものである。まず(イ)のPOS信号を分周して(ロ)のような周波数信号を得る。(ハ)の吸気弁開時

と周波数が大きくなるように変調をするようにする。このようにすれば第35図に示したように、1吸気行程当りの燃料量はアクセル踏込量に対して単調増加となる。

ここで、第33図の破線で示したように $n$ をエンジン回転数 $N$ が大きくなつたときに減少させるようにしても良い。これはエンジン回転数 $N$ が大きくなるとシリンダの充填効率が低下するので、その分を考慮した特性とする方法である。

また、第34図の破線で示したようにアクセル踏込量 $\theta_{ac}$ に対する周波数を非線形としても良い。これは、運転者のアクセルに対する自動車の応答感度が要求通りとなる特性を選ぶ場合の方法である。

第36図は以上説明した手法の具体的構成を示した。第36図においてPOS、ref信号は周波数信号発生器70に入力され、その後ゲート回路71を通り変調回路61に入力される。ここでは、アクセルセンサ63からの踏込量補正パラメータ14により周波数Fが周波数F'に変調されて駆

の内、中央部分は燃料量を多くする必要があるのでゲート信号をその部分だけ別に(ニ)のように作る。その他の部分は、(ホ)のようなゲート信号を作る。(ニ)のゲート信号により(イ)の周波数の高い信号を通し、(ホ)のゲート信号により(ロ)の分周信号を通す。以上のようにして作つた信号を(ヘ)に示す。この(ヘ)の信号を前述のようにアクセル開度で変調して駆動回路62に与えて、(ト)のように変化する燃料量 $Q_f$ の噴射パターンを得る。このようにすれば、簡単な方法で第29図に示した結果とほぼ同じ結果が得られる。

第33図ないし第35図にパルス信号と燃料量の関係を示した。第29図の(ハ)、第31図(ニ)、および第32図の(ヘ)のFで示された信号は第33図の実線に示したようにエンジン回転数によらず1吸気行程当りのパルス数 $n$ を同じにする。

アクセル踏込量 $\theta_{ac}$ に対しては第34図に示した実線のように、アクセル踏込量 $Q_{ac}$ が大きくなる

駆動回路62に与えられる。気筒判別回路40からの信号によりSW1～SW4がそれぞれ順次導通状態となり、噴射弁4が順次駆動される。ここでも、周波数信号発生器70、ゲート回路71、変調回路61、駆動回路62、気筒数分設けて各々のSWをなくしても良い。

尚、第32図に示すチャートを実施する場合は第36図にあるようにゲート回路71、71Aを設け、ゲート回路71は第32図の周波数(ロ)の信号を通過させ、ゲート回路71Aは周波数(イ)の信号を通過させるようにすると良い。ここで、各々のゲート回路はゲート回路71が開いて閉じるとゲート回路71Aが開き、次にゲート回路71Aが閉じると再びゲート回路71を開けるように駆動されている。

次に、本発明の別の実施例として吸気管の集合部に設けた空気量センサからシリンダ入口空気量を計量し、これを基に該当気筒の吸気時に吸気弁の動作に対応して燃料を供給する方法を説明する。

第37図は絞り弁80の上流の吸気管集合部に



て空気量センサ81を設けたシステム4の構成を示した。ここでは、空気量センサ81は熱線式としてこの信号は制御回路82に入力される。制御回路82では検出値を基にシリンダ入口空気量を求め、これに該当する燃料量を決定して当該気筒の噴射弁4に信号を送る。

第38図には、制御回路82の構成を示した。クランク角センサ83の信号により吸気弁のリフト量に比例した、周波数信号が周波数信号発生器84により作られる。この周波数信号Fは周波数変調回路85によりF'に変調されて駆動回路86に送られ、SW1～SW4により気筒を選択されて該当する噴射弁4に送られる。ここで、周波数変調回路85での変調はマイクロコンピュータ9により、補正項14の他に空気量センサ81による信号を基に行われる。つまり第28図のアクセル踏込量のかわりに吸気管集合部に設けた空気量センサ81を用いたことになる。

第39図に本実施例での動作を説明する。(イ)はアクセル踏込量の変化で、これに伴う空気量の

変化を(ロ)に示した。(ロ)の実線はシリンダに入る真の空気量で、破線は空気量センサ81の出力である。ここで、空気量センサ81の出力は絞り弁下流の吸気管の充満分により真の空気量より位相が進んだような特性となつている。そこで、このセンサ出力を補正して次のサイクルの真の空気量を求める。つまり、(ロ)の○印の出力値から●印の出力値を求める。このための手法は吸気管の容積、回転数N、絞り弁開度などを空気の流体運動を示す微分方程式に代入して求めることができる。また、上記各パラメータのマツプにより補正值を求めて補正しても良い。いずれの方法においても、センサ検出時点の次の行程(次に吸気する気筒)のシリンダ入口空気量を求めることができる。第39図の○印時点で●印での空気量を求め、これに比例した燃料量 $Q_{10}$ が決定される。この決定された $Q_{10}$ を基に、次の行程が燃料量を供給する。第39図(ハ)には吸気弁のリフト量を示してある。この(ハ)の量に対応した周波数信号Fを周波数信号発生器84で発生する。その

後、上述のようにして求められた $Q_{10}$ を基に(ホ)のように周波数信号F'に変調して駆動回路86を介して噴射弁4から燃料 $Q_1$ が供給される。

以上の実施例では燃料供給装置として周波数信号により流量が変化する電圧変換子を利用した噴射弁を用いていたが、次に別の原理による噴射弁を用いた場合の実施例を示す。

第40図に示した噴射弁4はデューティ比により流量が変化するタイプのものである。高速動作を達成するためにボイスコイル90を用いている。コイル90とマグネット91の作用により、コイル90が励磁しているときにニードル92が上昇し、通路93から供給されている燃料が噴射孔94から噴出する。励磁がなくなるとバネ95の作用でニードル92は下方にさがり噴射は停止される。

第41図にデューティ信号と燃料量 $Q_1$ の関係を示した。低速運転の場合、吸気量の検出値(イ)を基にこれに対応したデューティ比が決定される。このデューティ信号を、(ロ)に示す。噴

射弁からはこのデューティ信号に比例した燃料量が噴射される。この様子を、(ハ)に示した。ここでは、1吸気行程を6等分した場合の例を示したが、噴射弁の応答性が許せば分割数を多くして燃料量 $Q_1$ の変化を空気量 $Q_1$ の変化にさらに近づけることができる。

高速運転では、空気量 $Q_1$ が多くなるのでデューティ比も大きくなりその結果燃料も多くなる。

第42図に上述した動作を実施する回路のブロック図を示した。空気量センサ3からの出力はデューティ発生回路96によりデューティ信号Dに変換される。このデューティ信号Dを補正パラメータ14によりデューティ信号Dに変換して駆動回路98に与える。駆動回路98では噴射弁4を動作させてデューティ信号D'に比例した燃料量を供給する。

第43図には別の噴射弁4の構成を示した。これはいわゆる比例制御弁であり、コイル100にアナログの電氣量を加えられるとそれに比例してアーマチャ101が上下する。それによりニード

ル102がアナログ的に上下し、オリフィス104の有効断面積がアナログ的に変化して通路103から供給されている燃料がオリフィス104から噴出する。

第44図に第43図の噴射弁を用いた制御回路のブロック図を示した。空気量センサ3の出力値を基に関数変換器105で所望のアナログ値に関数変換する。マイクロコンピュータ9の信号を回路108でD/A変換して加減算回路106で補正を加える。その後、駆動回路107を介して噴射弁4からセンサ3の検出値に対応した燃料量が供給される。

ここで第42図、第44図のセンサ3、噴射弁4を除いた制御回路は第14図の周波数変換回路10、周波数変換回路13、駆動回路15に置き換えられる。

第45図には、特に第37図の実施に好適な噴射弁の実施例を示した。

噴射弁110は通常のON, OFF弁で、ON時間つまり、コイル112に電圧が印加されてい

る間だけ球弁111が上昇して燃料が噴出孔113から噴出する。噴出された燃料は通路114に保持されている。その後、吸気弁が開いて吸気が矢印の方向に発生するとオリフィス15を通る吸気量に比例して、燃料が噴出する。これは、オリフィス115と通路114により霧吹き原理が構成されているもので、吸気量と噴出燃料量は比例しているので形成された混合気の混合比は略一定になる。この例では、燃料を吸気の前に通路114に供給しておく必要があるので第37図の実施例に適している。

第46図に空気量 $Q_a$ と燃料量 $Q_f$ の関係を示した。第39図で示したように、(イ)で空気量 $Q_a'$ を検出して、補正を加えることにより(イ)のように後のサイクルの空気量 $Q_a$ を求める。この $Q_a$ を基に燃料量 $Q_f$ を決定し、(ロ)で $Q_f$ を通路114に噴出しておく。その後実際の $Q_a$ が(ハ)のように発生すると、オリフィス115の作用により(ニ)に示したように吸気管に燃料量 $Q_f$ が噴出する。この(ニ)に示した燃料量

$Q_f$ は吸気行程中のクランク角に対して、その量が増える。

第47図には第45図の別の例を示した。噴射弁4は通常のON, OFF弁であり、マイクロコンピュータ9の指令により燃料を噴出する。噴出された燃料は燃料保持部120にためられる。その後、該当気筒の吸気行程時に空気用電磁弁121を開いて保持部に空気流を与え、保持されている燃料を吸気ポート122に噴出させる。これも第46図のチャートに示したような作用を行う。

第48図には別の噴射弁の例を示した。ここでは、ダイヤフラム130を動作させて、噴出孔131の有効断面積を変えるものである。この噴射弁も第37図の実施に好適である。噴射量を前の行程で決定しておき、吸気時に噴孔131の径を変化させて、噴出する燃料を、吸気に対応させるようにする。

第49図に空気量 $Q_a$ と燃料量 $Q_f$ の関係を示した。回転数 $N$ が大きく、吸気行程の期間が短い高速の場合には、オリフィス131の有効断面積

$A$ を(ロ)に示したように大きくする。これにより、燃料は吸気行程の期間中噴出しているようになる。また、回転数が小さい低速のときには(ロ)に示したように有効断面積 $A$ を小さくしてやはり、吸気行程の期中燃料が噴出するようにする。このようにすれば、空気量 $Q_a$ と燃料量 $Q_f$ は完全には対応しないがほぼ近い状態となる。ダイヤフラム130の動作は負圧を通路132から導びいて行うようにする。これは、回転数 $N$ に対応して行えば良いのでそれほど速い動作は必要としない。また、燃料の計量は球弁133の開弁時間により行う。

第50図には第1図の実施例による空気量 $Q_a$ 、燃料量 $Q_f$ 、混合比 $A/F$ の関係を示した。(イ)のように空気量 $Q_a$ が発生するとこれを空気量センサ3で検出して、 $V/F$ 変換して変調された周波数信号 $F'$ が(ロ)のように得られる。これに対応して(ハ)に示したように燃料量 $Q_f$ が供給される。この時、燃料量 $Q_f$ は空気量 $Q_a$ に比例しているので、シリンダに入る混合気の空燃比 $A$

／Fは吸気行程中で(ニ)に示したようにほぼ一定となる。このため、シリンダ内は空間的に均一な濃度の混合気で満たされる。このような状態は安定した燃焼には最適である。

しかし、混合比A／Fを希薄にしていき希薄限界で運転するリーンバーンエンジンでは、点火プラグの近傍のみを可燃A／Fにして他の部分は希薄な混合気にするのが良い。

そこで、第51図に示したように(イ)の空気量 $Q_a$ に対して(ロ)のように吸気行程後期で周波数の大きい信号 $F'$ に変換する。この(ロ)の周波数信号 $F'$ により燃料量 $Q_f$ は(ハ)のように変化するようになる。この結果(イ)の空気量 $Q_a$ と(ハ)の燃料 $Q_f$ の関係から、混合比A／Fは吸気行程中で(ニ)のように変化する。

このようにすると、シリンダ内の混合気の濃度は点火プラグ近傍が濃く下方に行くにしたがつて薄くなるような分布となる。つまり混合気の層状化が達成されてリーンバーンが実現できる。

第52図には第51図の方法を達成するための

32図(ロ)のようにセンサ3の出力をクランク角に対して重み付けするような回路である。この回路はクランク角に対する三角波発生回路とかけ算器によつて簡単に構成できる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、シリンダ内の混合気の濃度が均一となるのでサイクル毎に安定した燃焼が得られるといった効果がある。

また、アクセルを踏み込む加速運転時にはシリンダ内の混合比が一定の値となるために加速時のトルクの変動がなく、息つきや、サージ現象が生じないといった効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す全体構成図、第2図は第1図の作動を説明する図、第3図は吸入工程と噴射時期を説明する図、第4図は加速時の特性図、第5図は第1図の具体的構成図、第6図は吸入工程と燃料量との関係図、第7図は噴射弁の構成図、第8図ないし第11図は本発明の特性図、第12図は他の噴射弁の構成図、第13図は

実施例を示した。(イ)の空気量 $Q_a$ は空気量センサ3で検出される。この空気量 $Q_a$ に(ロ)に示したようなクランク角度に対して重み付けをする回路を通して(ハ)のような補正空気信号を得る。この(ハ)に示した信号は $Q_a$ が小さい低速場合には小さく、 $Q_a$ が大きい高速の場合に大きくなり、空気量 $Q_a$ に比例した値となる。次に、この(ハ)の補正空気信号をV／F変換して、

(ニ)のような周波数信号Fを得る。この周波数信号Fを前述したように補正して周波数信号 $F'$ に変調して駆動回路に与えることにより、(ホ)のように変化する燃料量 $Q_f$ が得られる。この燃料量 $Q_f$ も空気量 $Q_a$ が小さい低速の場合には小さく、空気量 $Q_a$ が大きい高速の場合には大きくなる。

第53図には、この制御方法の具体的回路のブロック図を示した。空気量センサ3、V／F変換器10、変調回路13、駆動回路15、噴射弁4は第5図の構成と同じであるが重み付け回路142が付加されている。この重み付け回路142は第

周波数—燃料特性図、第14図は気筒別制御回路図、第15図は第14図の具体的回路図、第16図はタイムチャート図、第17図は変調回路図、第18図はタイムチャート図、第19図ないし第21図はフローチャート図、第22図ないし第23図は他の噴射弁の構成図、第24図ないし第25図は特性図、第26図は他の変調回路図、第27図は特性図、第28図は本発明の他の実施例を示す全体構成図、第29図は加速時の特性図、第30図はフローチャート図、第31図ないし第32図はタイムチャート図、第33図ないし第35図は特性図、第36図は第26図の具体的構成図、第37図は本発明の更に他の実施例を示す全体構成図、第38図は第37図の具体的構成図、第39図は加速時の特性図、第40図及び第43図は噴射弁の構成図、第41図はタイムチャート図、第42図及び第44図は噴射弁の制御回路図、第45図及び第48図は噴射弁の構成図、第46図及び第49図はタイムチャート図、第47図は本発明の他の一実施例を示す構成図、第50図な

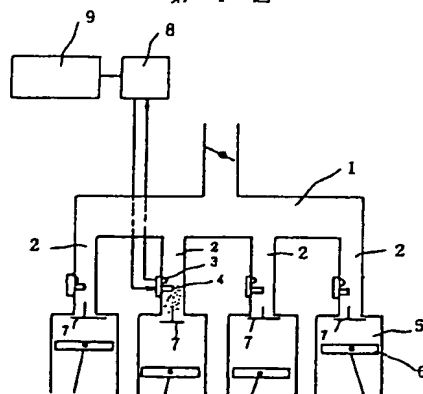
いし第52図はタイムチャート図、第53図は本  
発明の他の実施例を示す構成図である。

2…吸気ポート部、3…空気量センサ、4…燃料  
供給装置、8…制御回路、10…変換回路、13  
…変調回路、15…駆動回路。

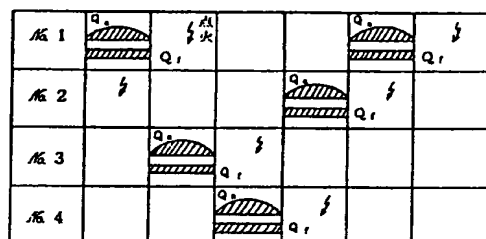
代理人 弁理士 小川勝男



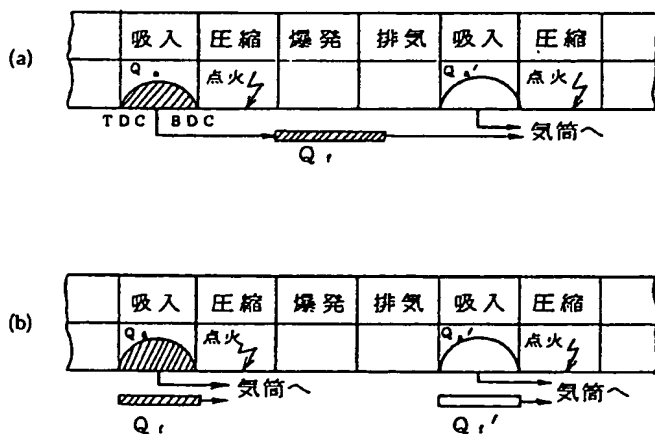
第 1 図



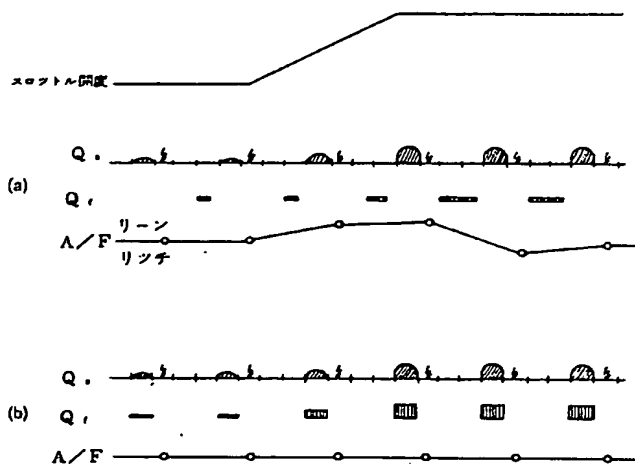
第 2 図



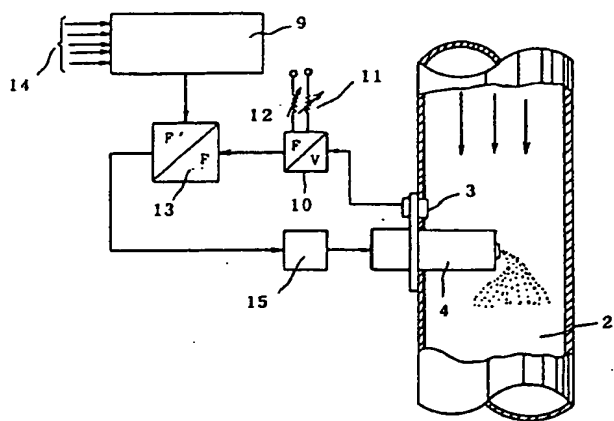
第 3 図



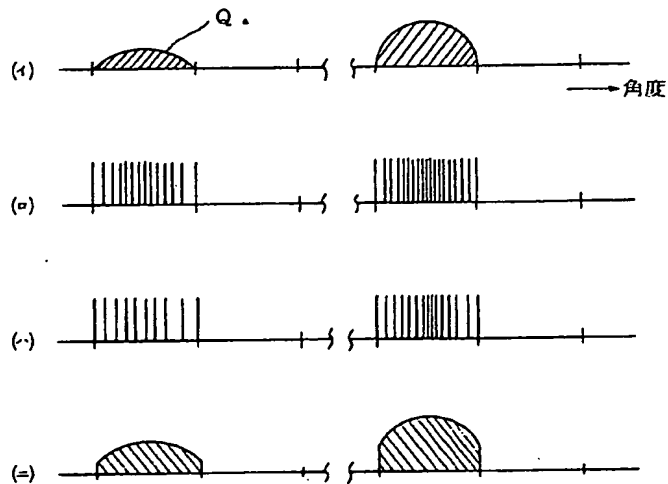
第 4 図



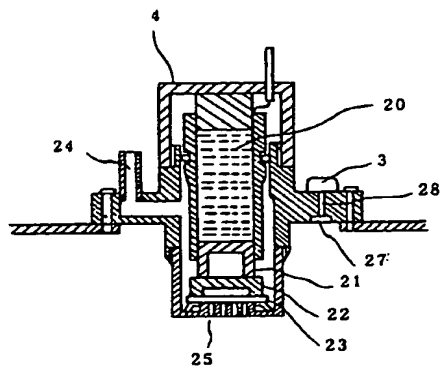
第 5 図



第 6 図

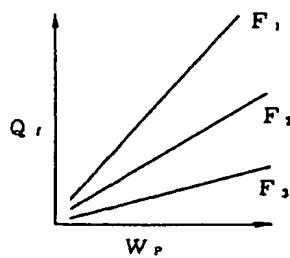


第 7 図



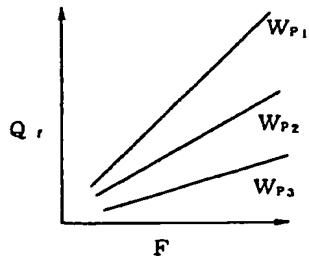
第 8 図

$$F_1 > F_2 > F_3$$

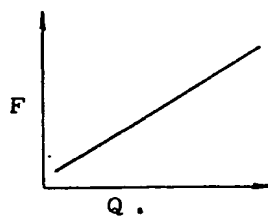


第 9 図

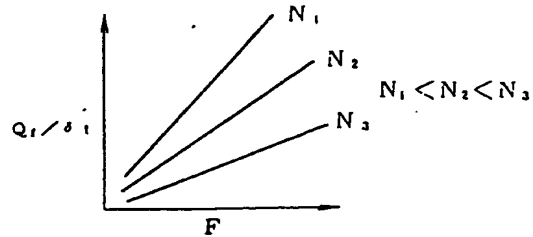
$$W_{P1} > W_{P2} > W_{P3}$$



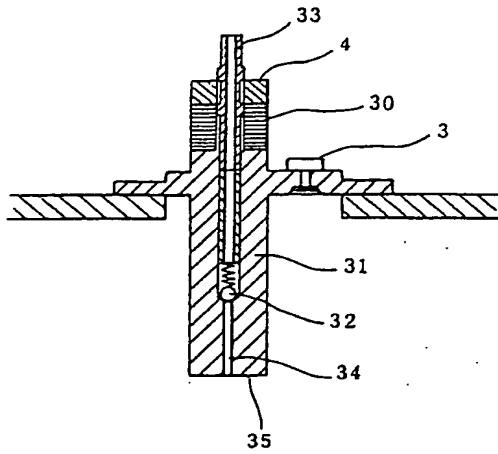
第 10 図



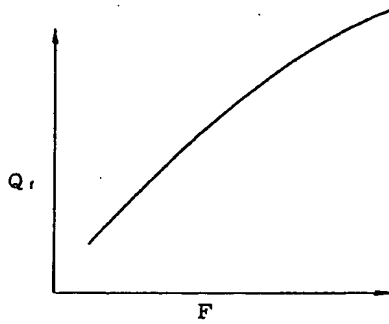
第 11 図



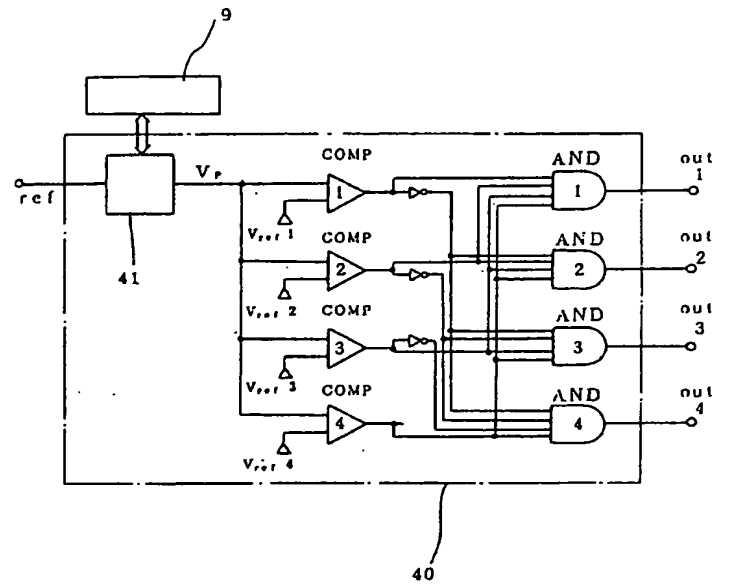
第 12 図



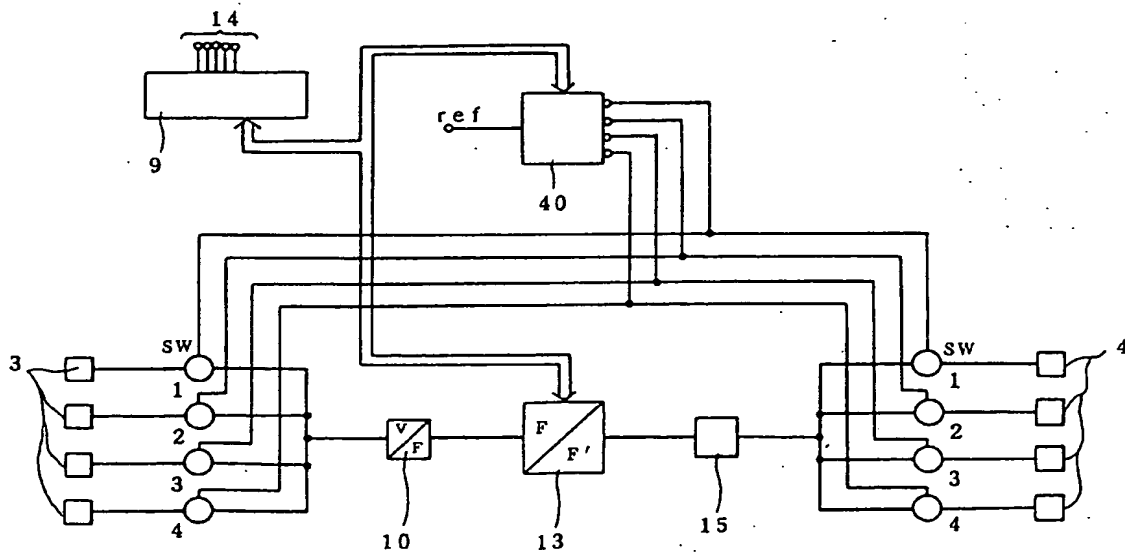
第 13 図



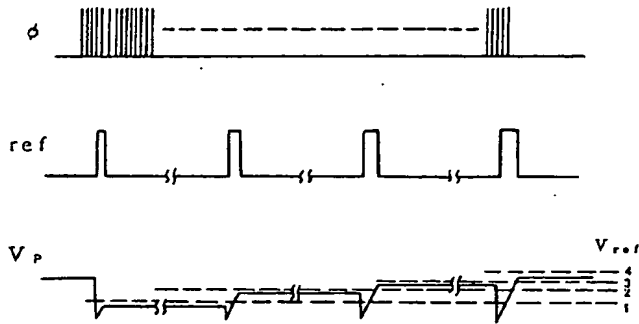
第 15 図



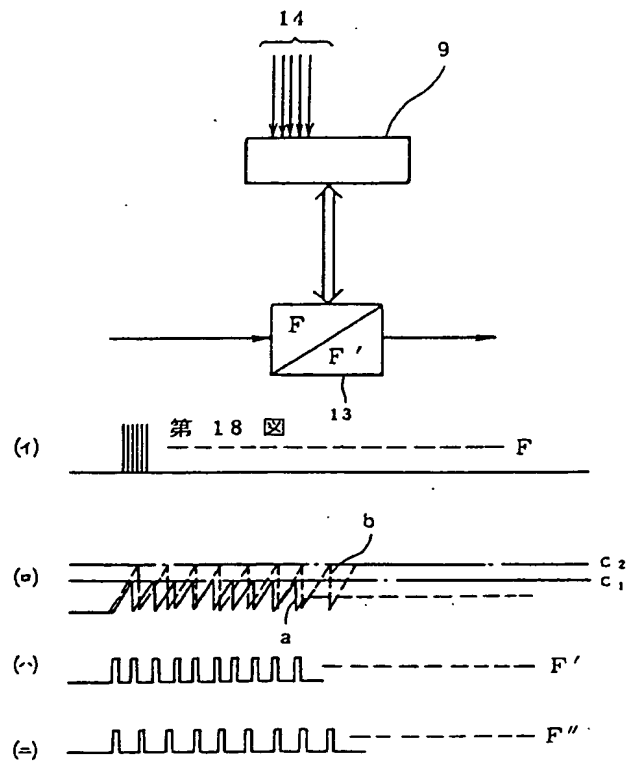
第 14 図



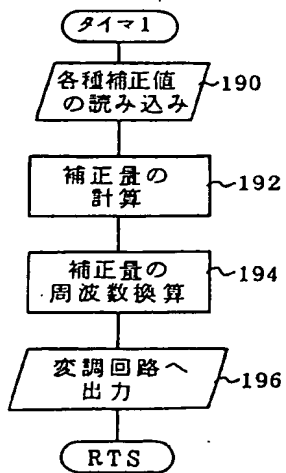
第 16 図



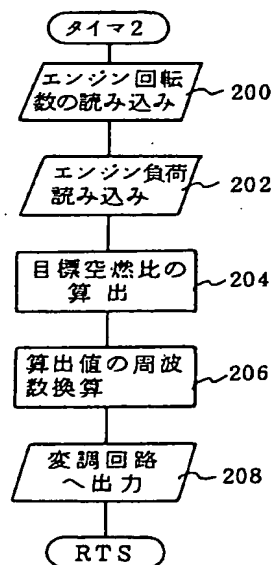
第 17 図



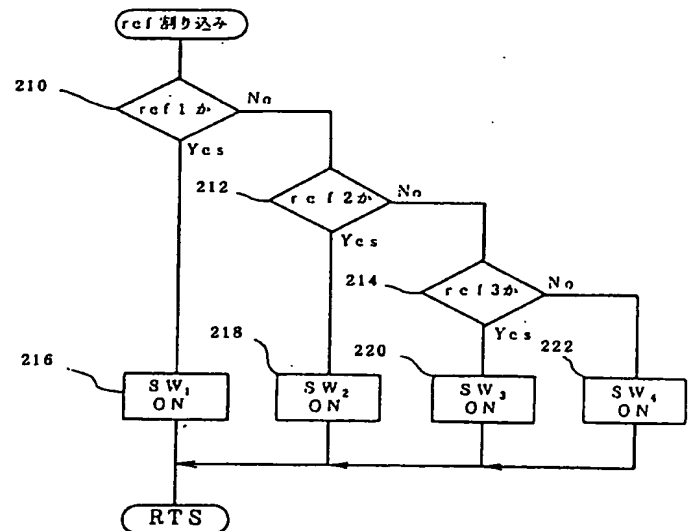
第 19 図



第 20 図



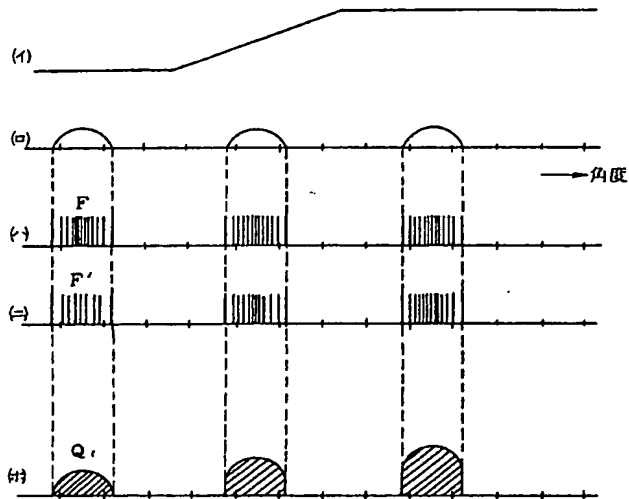
第 21 図



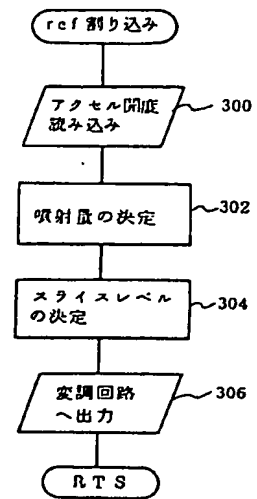




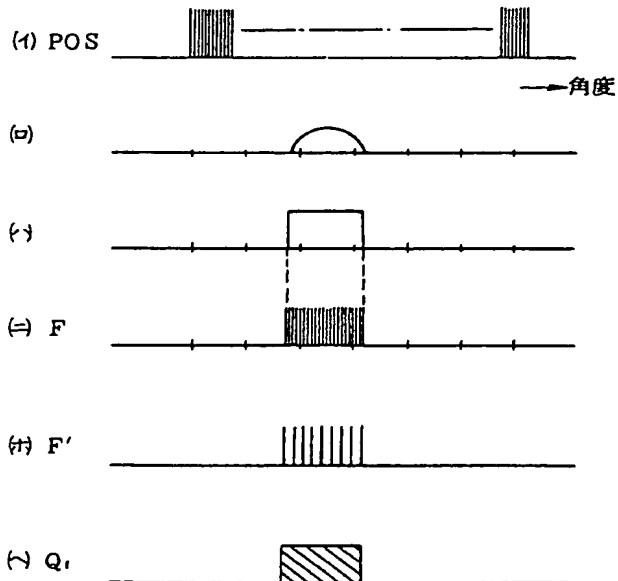
第 29 図



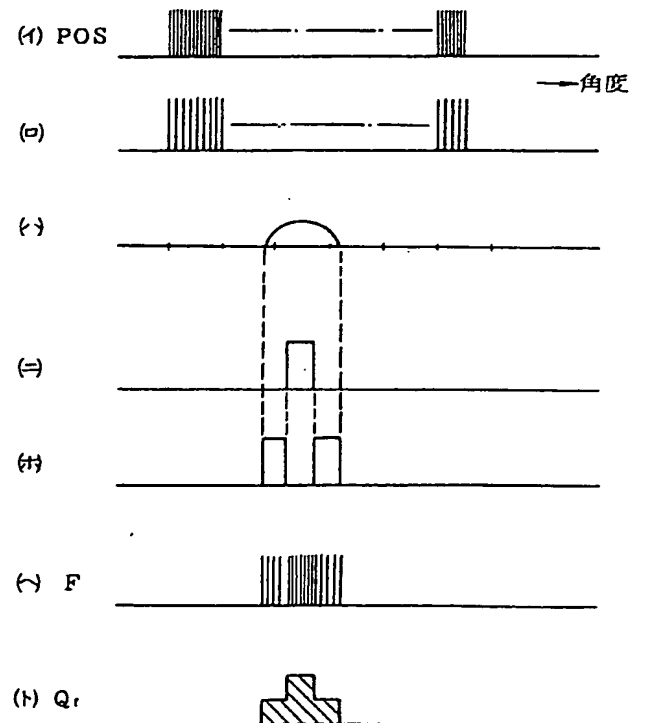
第 30 図



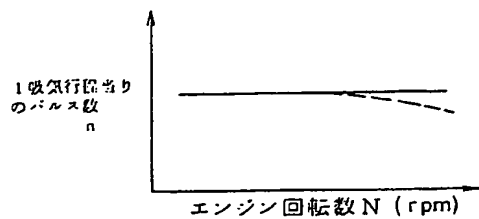
第 31 図



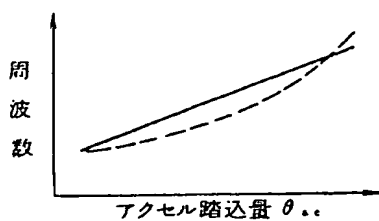
第 32 図



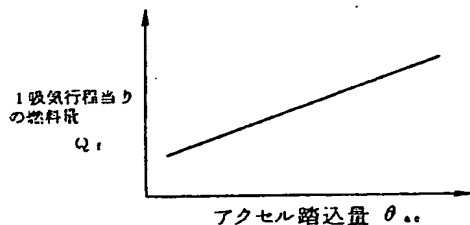
第 33 図



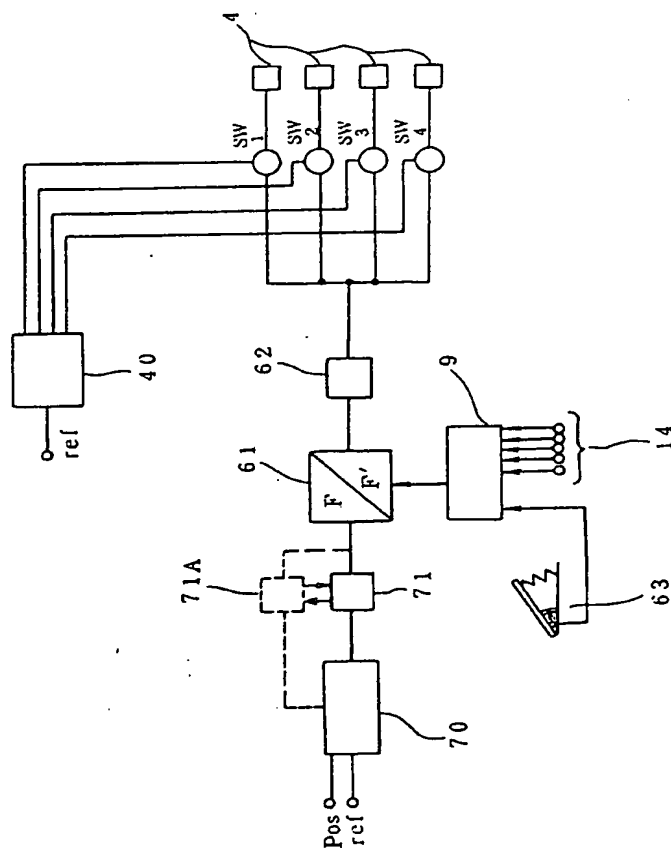
第 34 図



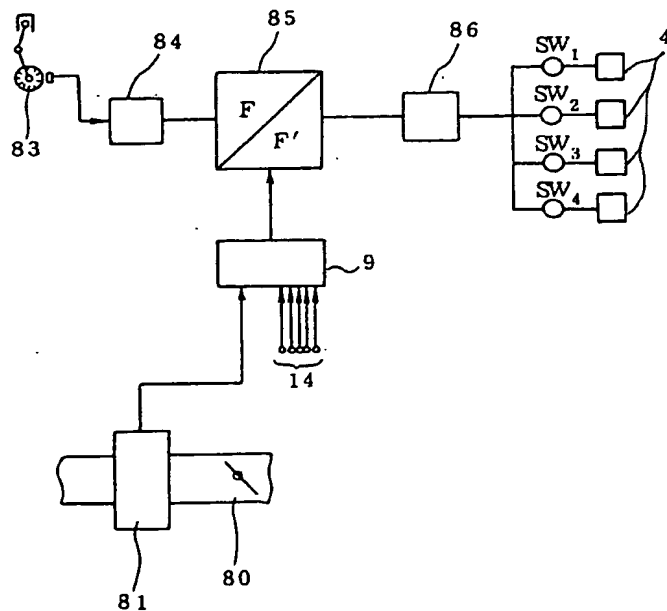
第 35 図



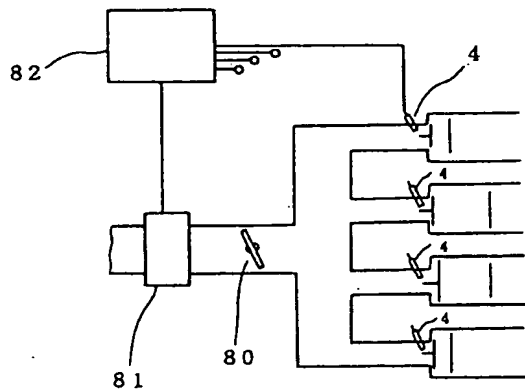
第 36 図



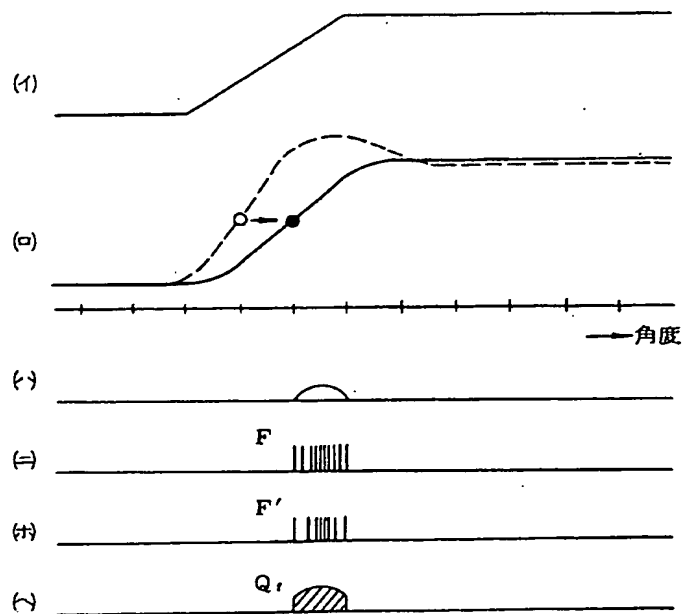
第 38 図



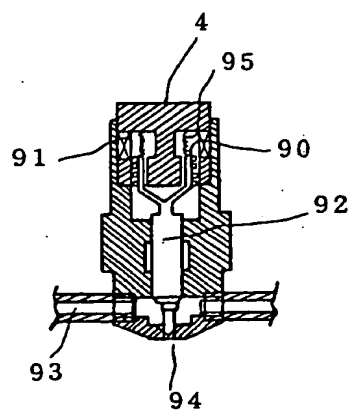
第 37 図



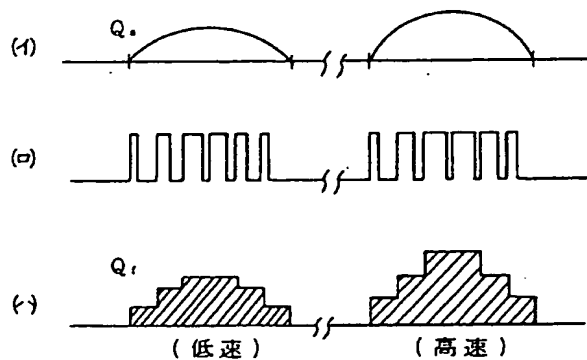
第 39 図



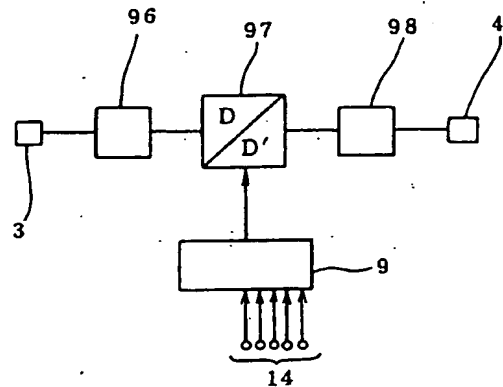
第 40 図



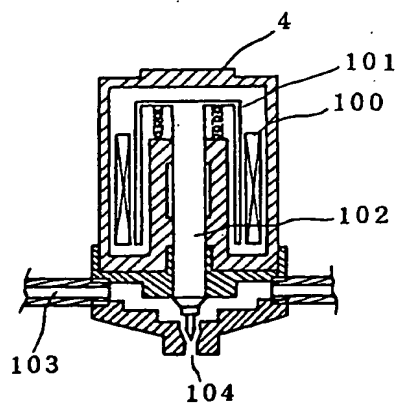
第 41 図



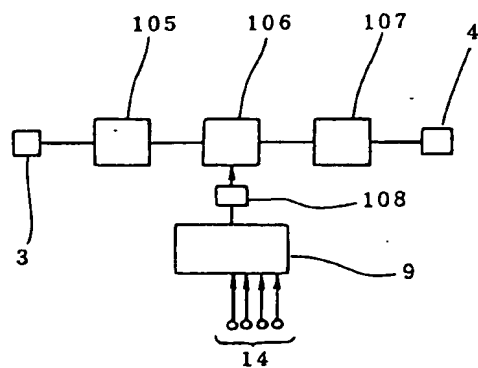
第 42 図



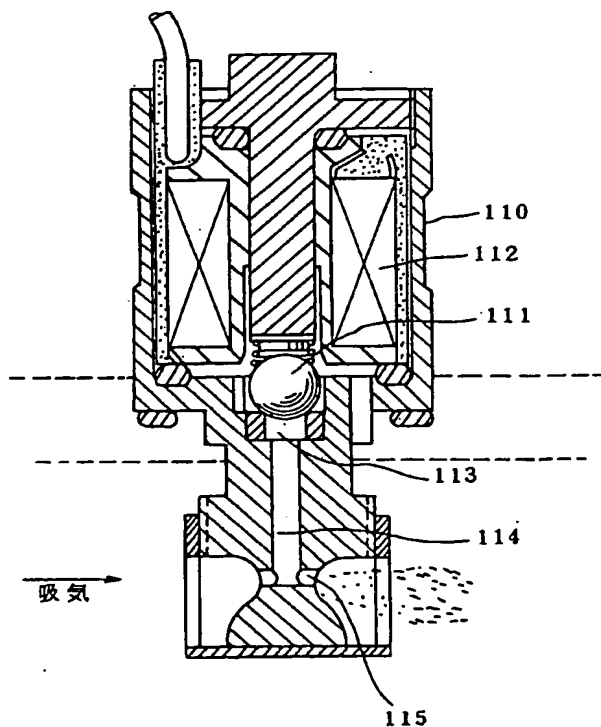
第 43 図



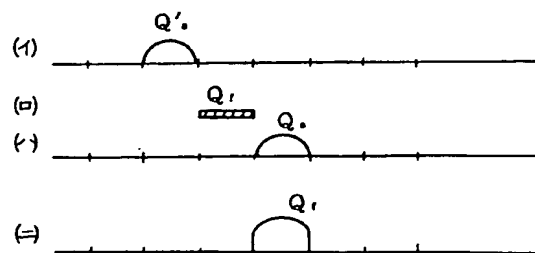
第 44 図



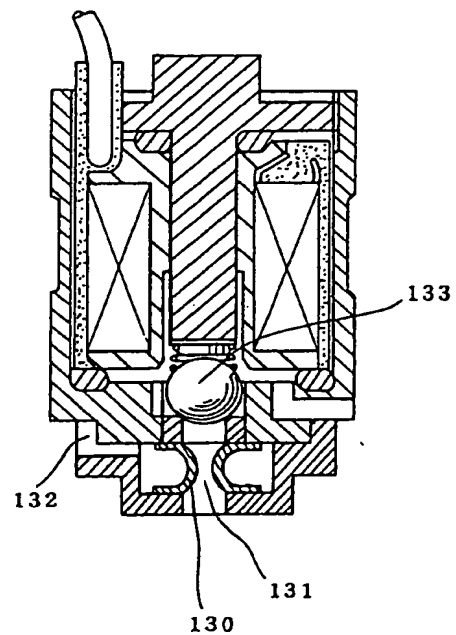
第 45 図



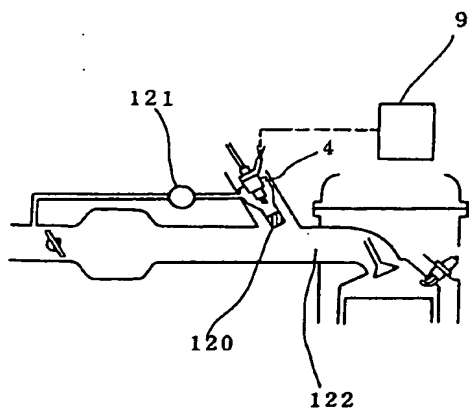
第 46 図



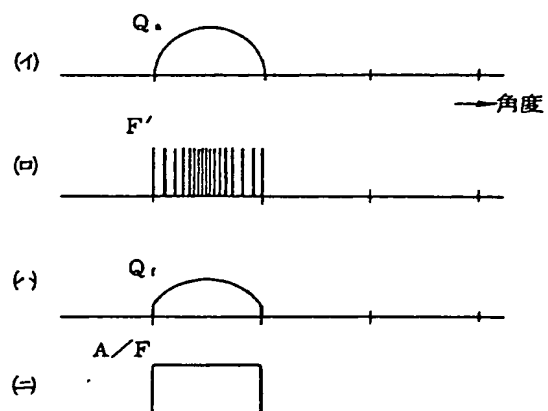
第 48 図



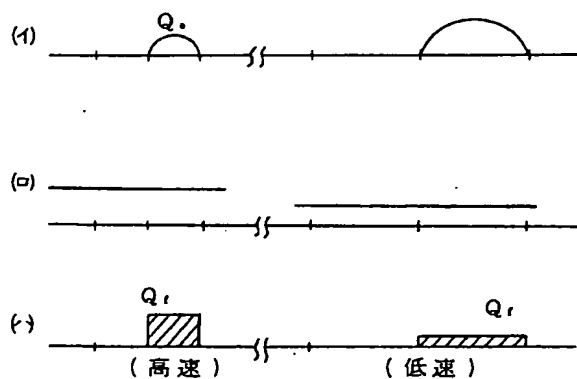
第 47 図



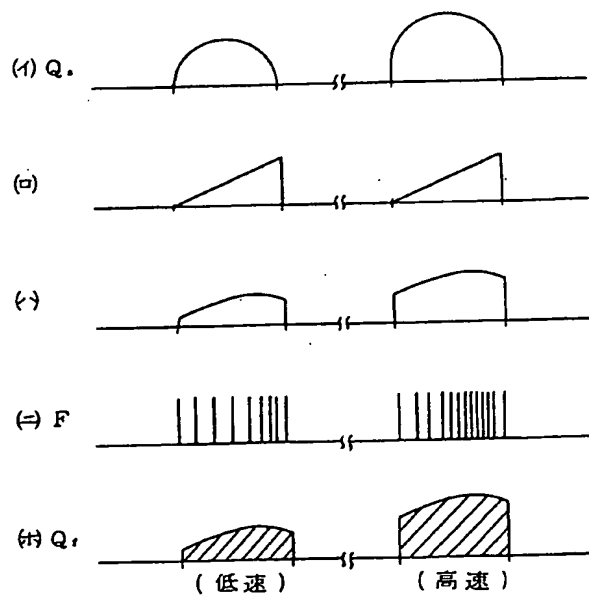
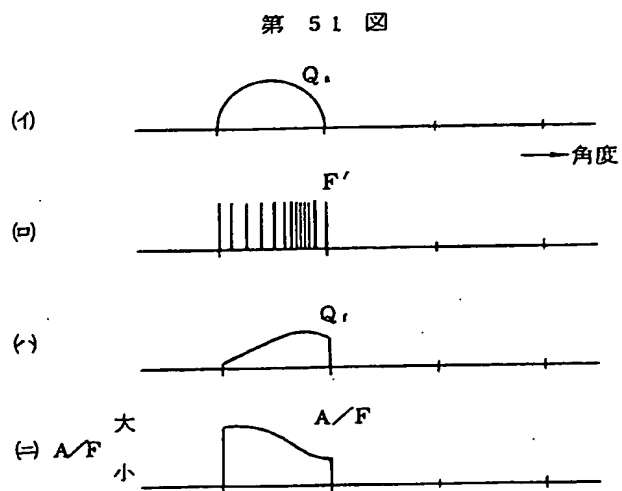
第 50 図



第 49 図



第 52 図



第 53 図

